

The Soil Solarization in the Mark of the Environment Conservation

La Solarización del Suelo en el Marco de la Conservación del Medio Ambiente

Carlos A. Hernández M.

CUM Camajuani, CUBA
cahm862@uclv.edu.cu

(Artículo de INVESTIGACIÓN. Recibido 24-05-2010. Aceptado 30-08-2010)

Abstract — It is conceptualized in the soil solarization like a method of Integrated Management of Pests and Diseases that affect to the cultivated plants. Are defined the factors that influence about the effectiveness of the solarization in the soil disinfection. The processes by which the pathogens are inactivated when we solarize the soil are explained. The employment of the solarization facilitates the combined use of technical of control that use biological and cultural methods with a minimum work of chemical control. Their combination allows us to avoid the fumigants use like the Methyl Bromide and Vapam of well-known toxicity and sterilizing effect on the agroecosystem.

Keywords: Solarization, Integrated management, soil disinfection, Methyl Bromide, environment.

Resumen — Se conceptualiza en la solarización del suelo como método de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades que afectan a las plantas cultivadas. Se definen los factores que influyen sobre la efectividad de la solarización en la desinfección del suelo. Se explican los procesos por los cuales los patógenos son inactivados al solarizar el suelo. El empleo de la solarización posibilita el uso combinado de técnicas de control que utilicen métodos biológicos y culturales con un mínimo trabajo de control químico. Su combinación nos permite evitar el uso de fumigantes como el Bromuro de Metilo y Vapam de conocida toxicidad y efecto esterilizante sobre el agroecosistema.

Palabras clave: Solarización, manejo integrado, desinfección del suelo, Bromuro de Metilo, medio ambiente.

1. Introducción

El término Solarización del suelo se refiere a una "técnica de tratamiento que se aplica a un suelo, humedecido previamente, cubriéndolo con una capa de plástico transparente y exponiéndolo a la luz solar durante los meses de más altas radiaciones" (Katan y de Vay, 1991). Durante este proceso la temperatura del suelo alcanza niveles que son letales a muchos hongos, bacterias, nemátodos y semillas de malezas; además de provocar complejas alteraciones en las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo.

Adams (1971) reportó por primera vez el control de un fitopatógeno del suelo (*Thielaviopsis basicola*) con empleo de la solarización. Empleando nylon transparente encontró mejor control que con polietileno negro, aunque ambos

fueron más efectivos que el testigo. A partir de estos primeros trabajos cientos de investigadores de muchos países experimentaron con esta técnica para el control de organismos fitopatógenos con resultados variables.

2. Factores que influyen en la efectividad del tratamiento

Según Mahrer & Katán (1981) la efectividad de la solarización en la desinfección del suelo depende de los siguientes factores:

- **Temperatura:** La temperatura del suelo es la principal variable que garantiza una efectiva desinfección. Se ha demostrado la característica *mesofílica* de muchos patógenos del suelo (Bollen, 1985). Esto hace posible que sean controlados efectivamente por las temperaturas alcanzadas en el proceso de solarización, aun cuando estas no se puedan considerar muy altas.
- **Humedad:** Es un factor importante pues la incidencia del calor sobre los microorganismos se aumenta de acuerdo con el incremento en el contenido de humedad del suelo. También el crecimiento de los mismos es favorecido por la humedad, con lo que se tornan más vulnerables a los efectos letales del incremento en las temperaturas ocasionado por la solarización.
- **Intensidad solar y duración del día:** La efectividad de la solarización depende directamente de la intensidad de los rayos solares y de la duración diaria de la incidencia del sol sobre el suelo. Por ello, las épocas más propicias para solarizar el suelo son los meses de verano, sobre todo si la nubosidad es baja. En Cuba la época óptima para la solarización debe enmarcarse entre los meses de Abril y Agosto, con alta radiación solar y días largos. Sin embargo, nuestras características climáticas permiten el uso de esta técnica durante todo el año.
- **Características de la cubierta plástica:** Desde los primeros intentos de solarización se pudo comprobar que el polietileno transparente es más efectivo que el de color negro en el control de organismos fitopatógenos. Éste

transmite mayor cantidad de radiación de todas las longitudes de onda que es absorbida por el suelo (Lefevre & de Sousa, 1993), por lo que es más eficaz en el control de los organismos fitopatógenos. Se han usado plásticos transparentes de espesor entre 0,025 y 0,40 mm. con buenos resultados en el control de patógenos del suelo que dañan a diferentes cultivos (Katán, 1981). Ramírez *et al.* (1987) lograron resultados concluyentes al usar una doble capa de nylon transparente para el control de *Fusarium oxysporum f.sp. vasinfectum*, hasta profundidades de 30 cm. Según Stapleton (1990) el uso de un polímero o látex aplicado en forma de espray es una alternativa prometedora con respecto al uso de cubiertas plásticas para la solarización. Tiene la desventaja de ser de uso único y queda por ver su reciclaje en el suelo.

- **Características de los suelos:** La absorción de la radiación solar varía de acuerdo con la textura, estructura y coloración de los suelos. En general estos son malos conductores del calor. Los componentes textura y estructura determinan su capacidad de absorción de agua, lo que aumenta la capacidad de conductividad térmica y retención del calor. El color determina la mayor o menor absorción de luz en cada longitud de onda. Según Stapleton & Garza-López (1988) la *Macrophomina phaseolina* fue mejor controlada en suelos arcillosos que en los arenosos, cuando estos se solarizaron en igualdad de condiciones.

3. Acción de la solarización sobre los patógenos en el suelo

Los procesos por los cuales los patógenos son inactivados al solarizar el suelo tienen que ver con los efectos directos de la radiación solar, y con efectos indirectos como el control biológico y la inducción de supresividad en el suelo (De Souza, 1994).

3.1 Efectos directos

Se caracterizan por las altas temperaturas alcanzadas, que dependen del efecto hidrotérmico, posiblemente el factor decisivo en la letalidad de las temperaturas alcanzadas para los patógenos. La dosis letal para cada patógeno depende de la temperatura alcanzada en su entorno y del tiempo de incidencia solar sobre el mismo.

Según Katán *et al.* (1983) muchos patógenos del suelo solo resisten entre una y seis horas a 47°C de temperatura, mientras que a 37°C pueden resistir entre quince y treinta días. Algunos hongos como el *Macrophomina phaseolina* y el *Sclerotinia minor* son poco sensibles a altas temperaturas, mientras otros como el *Sclerotium rolfsii* y el *Phytophthora sp.* son más sensibles.

3.2 Efectos indirectos

La solarización, además del efecto físico del calentamiento, induce alteraciones microbiológicas que contribuyen al control de los patógenos. Esos fenómenos reducen su potencial de inóculo y su capacidad competitiva *saprofítica* debido a (Katán, 1981):

- Anulación de la fungistasis
- Parasitismo de antagonistas estimulados por las altas temperaturas
- Competencia con organismos termo-tolerantes
- Predominio de antagonistas y organismos termo-resistentes que dan al suelo características de supresividad, previendo la re-infestación por patógenos.

Las poblaciones de bacterias antagonistas se recuperan muy rápidamente después de la solarización —más rápido que los patógenos. Otras bacterias formadoras de esporas como el género *Bacillus*. No se ven afectadas por las temperaturas alcanzadas en suelos solarizados. Como son productoras de antibióticos y altamente agresivas son esenciales para sustentar la supresividad en suelos solarizados. Las temperaturas sub-letales de solarización también debilitan a los patógenos, aumentando su predisposición al parasitismo por *Trichoderma sp.*, bacterias y actinomicetos antagonistas (Lifshitz *et al.*, 1983).

Según Freeman & Katán (1988), otros efectos de las temperaturas sub-letales de solarización pueden ser alteraciones fisiológicas de los patógenos, como retardo en germinación e inhibición del crecimiento del tubo germinativo. Esto reduce la capacidad del organismo para penetrar en las plantas hospederas.

4. Aplicaciones de la solarización en la agricultura orgánica para el control integrado de patógenos del suelo

El empleo de la solarización posibilita el uso combinado de técnicas de control, que utilicen métodos biológicos y culturales con un mínimo trabajo de control químico. Su combinación evita el uso de fumigantes como el Bromuro de Metilo y Vapam, de conocida toxicidad y efecto esterilizante sobre el agroecosistema.

El empleo combinado de la solarización y aplicaciones del hongo antagonista *Trichoderma harzianum* en campos afectados por *Rhizoctonia solani* propicia un control efectivo de la *rhizoctoniosis* en papa (Elad *et al.*, 1980).

Asociando la solarización con el empleo de variedades resistentes y susceptibles, Katán *et al.* (1983) cultivaron variedades de algodón susceptibles al *Fusarium oxysporum f.sp. vasinfectum*. En todos los casos se plantaron la variedad resistente después de la solarización

bajando la presión de inóculo al mínimo y luego se sembraron la variedad susceptible.

Con relación a la aplicación de residuos de cosechas y compost previo a la solarización, hay que tener en cuenta que la cobertura plástica aprisiona los gases resultantes de su descomposición. Estos vapores contribuyen al control de muchos patógenos del suelo.

4.1 Otras aplicaciones

La solarización puede emplearse dentro de una agricultura orgánica en la desinfección del suelo para usar en cultivos de invernaderos, viveros y organopónicos, sustituyendo a los esterilizantes químicos en dos formas:

1. El suelo a desinfectar se coloca en sacos de nylon transparentes que se ponen a sol durante dos semanas, volteándolos diariamente.
2. El suelo se coloca, en una capa de cinco a diez cm., dentro de cajones de zinc u hojalata cubiertos por polietileno transparente. En menos de siete días se inactivan los patógenos principales.

5. Ventajas de la solarización

- No usa sustancias químicas, es de fácil aplicación y no deja residuos tóxicos para las plantas, el medio ni el consumidor.
- Además de su efectividad contra microorganismos patógenos, controla nemátodos y ácaros en el suelo.
- Su empleo en el control de plantas dañinas es altamente positivo.
- En suelos solarizados se observa un efecto de “Crecimiento incrementado de los cultivos”,

producto de las alteraciones químicas —mayor disponibilidad de nitrógeno y potasio— y biológicas —incremento de antagonistas y control de patógenos de menor importancia— que provoca este tratamiento.

6. Limitaciones de la solarización

- Requiere que el suelo permanezca sin cultivar durante un período entre uno y dos meses —puede ser más corto en Cuba.
- Es una técnica poco efectiva contra cierto grupo de patógenos.
- Presenta dificultades de manejo y sobre todo para la obtención, retirada, almacenamiento y reciclaje de la cubierta plástica.

La solarización del suelo para recuperar terrenos infestados de plagas y patógenos es una opción viable, que debe tenerse en cuenta en los Planes de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades a emprender en nuestros agro-ecosistemas.

7. Conclusiones

Los nuevos conocimientos obtenidos a diario sobre este método desafían a establecer si, la solarización, es una nueva arma para agregarla al arsenal de técnicas para el control integrado de enfermedades. Quizás la muestren como una técnica promisorio a ser usada en pequeña escala en viveros e invernaderos.

Estas decisiones dependen totalmente del análisis efectuado por cada productor para sus condiciones, lo que le hará decidir si la solarización del suelo es una metodología viable en sus condiciones de cultivo, suelo, posibilidades de obtener insumos y necesidad de cultivar productos, sin restos tóxicos de pesticidas y otros agro-tóxicos.

Referencias

- Adams, J. (1971). Soil solarization. *Plant Dis.* No. 64, pp. 124-128.
- Bollen, G. T. (1985). Lethal temperatures of soil fungi. In: Parker, C. A. *et al.* *Ecology and management of soilborne plant pathogens.* A.P.S. pp. 191-193.
- De Souza, N. L. (1994). Solarização do solo. *Summa Phytopathologica*, Vol. 20, No. 1, pp. 3-15.
- Elad, Y., Katán, J. & Chet, I. (1980). Physical, biological and chemical control integrated for soilborne diseases of potatoes. *Phytopathology*, No. 70, pp. 418-422.
- Freeman, S. & Katán, J. (1988). Weakening effect on propagules of *Fusarium* by sublethal heating *Phytopathology*, No. 78, pp. 1656-1661.
- Katán, J. (1981). Solar heating of soil for control of soilborne pests. *Ann. Rev. Phytopathol.* No. 19, pp. 211-236.
- Katán, J., Fishler, G. & Grinstein, A. (1983). Short and long term effects of soil solarization and crop sequence on fusarium wilt and cotton yield in Israel. *Phytopathology*, No. 73, pp. 1215-1219.
- Katán, J. & de Vay, J. E. (1991). Soil solarization: historical perspectives, principles and uses. In: Katán, J. y J.E. de Vay. *Soil Solarization.* Boca Ratón. C.R.C. pp. 23-37.
- Lefevre, A. F. V. & de Souza, N. L. (1993). Determinação da temperatura letal para *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii* e efeito da solarização sobre a temperatura do solo. *Summa Phytopathol.* No. 19, pp. 107-112.
- Lifshitz, R., Tabacnik, M., Katán, J. & Chet, I. (1983). The effect of sublethal heating of sclerotia of *Sclerotium rolfsii*. *Can. J. Microbiol.* No. 29, pp. 1607-1610.

- Mahrer, Y. and Katán, J. (1981). Spatial soil temperature regime under transparent polyethylene mulch: numerical and experimental studies. *Soil Sci.* No. 131, pp. 82-87.
- Ramírez-Villapudna, J. and Munnecke, D. E. (1987). Control of cabbage yellows (*Fusarium oxysporum* f.sp. *conglutinans*) by solar heating of field soil admended with dry cabbage residues. *Plant Dis.* No. 71, pp. 217-221.
- Stapleton, J. J. (1990). Feasibility of sprayable polymer mulches for soil solarization and soil sealing applications. *Abstract. Phytopathology*, No. 80, p. 892.
- Stapleton, J. J. and Garza-López, J. G. (1988). Mulching of soil with transparent and black polyethylene films to increase yields of annual and perennial crops in Southwestern Mexico. *Trop. Agric.* Vol. 65, No. 1, pp. 29-33. [Ω](#)